NC加工機による木製品生産技術の研究（第2報）

—スキャナー利用の文字加工—

木材工業部　上原守峰，米藏優

Study on Wooden Products Technique by The NC Router(II)

—Character Engraving by The Scanner—

Morimine KANBARA and Masaru YONEKURA

スキャナーの有効性の確認と字形によるプログラム作成難易度の有無を目的として文字の彫り込み加工を行った。その内容は，V型刃物を利用してZの突っ込みで線幅を表現する楷書体，丸ゴシック体，英文筆記体による3種類の文字加工である。

その結果，以下のことが確認できた。スキャナーは文字の輪郭を短時間で円弧や直線の近似データに変換するが，直線を主体に構成された丸ゴシック体より曲線の多い英文筆記体や楷書体にその効力を発揮する。プログラム作成でZ値のマニュアル入力は，線幅の変化の多い楷書体が時間を要す。

1．はじめに

スキャナーは，図形の輪郭を，短時間で自動的に円弧あるいは直線の近似データに変換し，デジタイザーと比較し大幅に座標入力を短縮することができるといわれている。

現在，デジタイザーで複雑な図形を作成している企業では，手ぶれのために起きるCADでのデータ修正の煩雑さを回避するため，スキャナーの導入を検討している。

そこで，図形の基になる要素である曲線，直線で構成された文字でスキャナーおよびシステムの効果を探ってみることにした。

本年度は，曲線主体の楷書体，直線主体の丸ゴシック体，曲線主体で連続した英文筆記体の3種類の文字にポイントを絞った。本報告では，スキャナー入力に効果のあった楷書体についてそのプロセスを紹介する。

なお，今回使用のCADには文字が登録されていないので，丸ゴシック体についても，文字をスキャナーで読み込みその原図を下書きとしてCAD上で作成する方法での検討を行った。

2．使用機械

2．1　自動プログラミング装置

- 本体
  PC—9801RX(NEC)
- ソフト
  SCAN(倉敷紡績)
  CAD(倉敷紡績)
  5軸ソフト(菊川鉄工所)
- データ入出力装置
  スキャナー：K—IS—A3(倉敷紡績)
  プリンター：VP—3000(EPUSON)
  コアラレディ：256K BYTE RAM(タクテックス)

2．2　NCルータ

本体，CNC装置の特徴に関しては，平成元年度研究報告書に掲載してあるので省略する。

- マシニングセンター(本体)
  MC37-1型同時6軸制御式(菊川鉄工所)
- CNC装置
  シリーズ15MA(ファナック)
- 刃物 (図1参照)
  V型超硬ビット(兼房刃物)
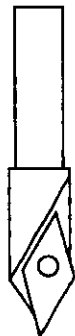
図1　刃物形状

3．楷書文字製作

3．1　手順

楷書文字製作に使用した機器及びソフトの流れの概略を図2に示す。以下，このプロセスに従って説明を加える。
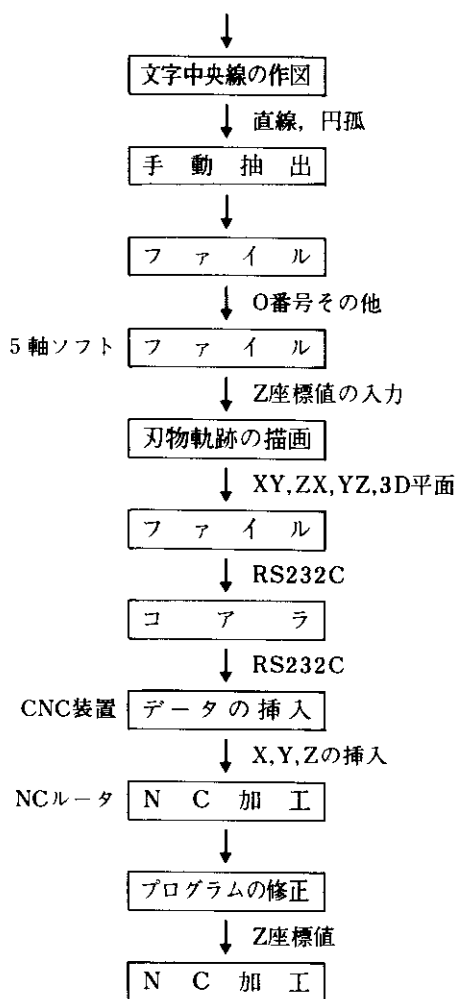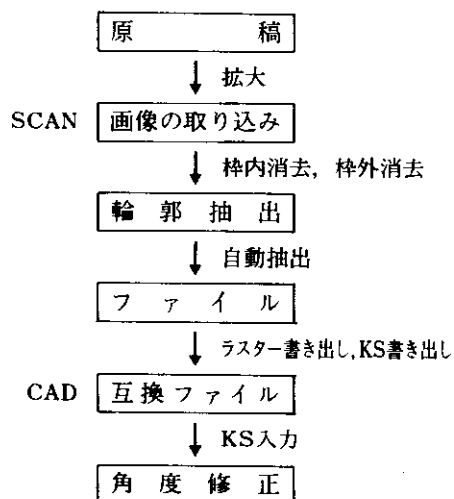
図2　製作手順

3．2　スキャナー

3．2．1　SCANの特徴

SCANソフトウェア仕様は以下の通りである。

(1) スキャナー入力
- 読み取り密度：200/400 DPI
- 読み取り濃度：Hi, Md, Lo切り替え
- 入力モード：白黒，ハーフトーン切り替え

(2) 自動輪郭抽出機能(MAX：10,000要素)
- 閉図形
  1つの自由曲線で囲まれた図形をマウスで

指示することにより，自動的に円弧と直線の近似データに変換する。複数の閉図形の場合は図形毎に始点を指示する。

• ２点間

輪郭抽出したい図形の２点をマウスで指示すると，指示された２点間の輪郭近似データが得られる。

• 連続自動抽出

スキャナーから読み込んだ図形全体を自動的に連続して輪郭抽出する。

(3)　手動輪郭抽出機能

スキャナーから読み込んだ図形をＣＲＴに表示させ，画面を見ながらマウス操作により図形の輪郭を円弧及び直線のベクトルで近似させるマニュアルデジタイジング機能である。画面にデジタイジングしようとする図形を逐一表示するので，原画とベクトルの差異を確認しながら作業できる。

(4)　ベクトル編集機能

自動でベクトル化した結果をベクトルの状態で任意に削除，追加等の修正作業をすることができる。

(5)　図形編集機能

点，直線，円，円弧，ＢＯＸ，消去，ペイント，切取り，転写のコマンドを備えており，読み込んだ図形の変更，修正及び新規作図等を容易に行うことができる。

(6)　精度

輪郭座標データの精度は原画にそって抽出するので，原画の質に大きく依存する。

なお，ベクトル化の場合は原画の状態を判断し，原画に対する忠実度をパラメータにより設定可能となっているので，ある範囲で任意に忠実度を選択することができる。

３．２．２　操作手順

スキャナーの操作手順の概略は，図３の通りである。
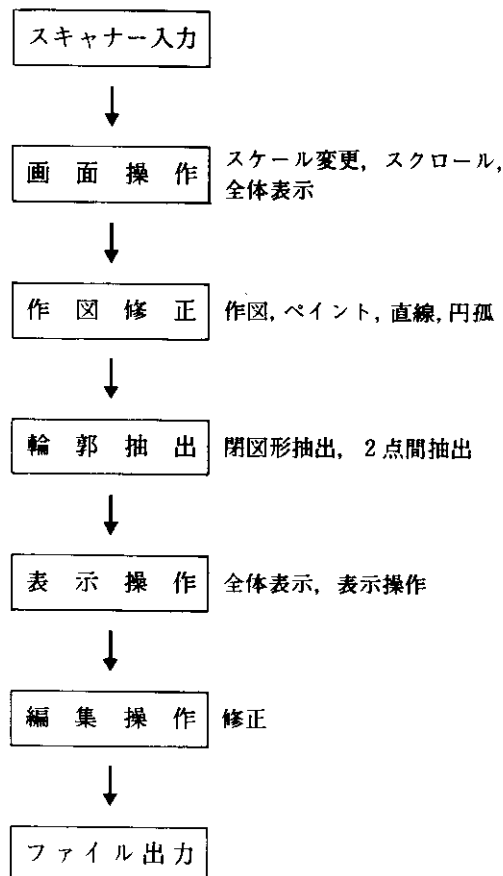
図３　操作手順

３．２．３　画像の取り込み

スキャナー上によごれ，ごみ，輪郭線のかすれ・切れ等を取り除ききれいに修正した原稿をセットし，画像をＳＣＡＮに取り込む。

なお，輪郭抽出は原図の輪郭を抽出するので文字の中を塗りつぶすか白抜きにする。枠内消去や枠外消去を使用し，目的外の図形要素を取り除く。ＣＡＤにデータを送りその中での同一コマンドで作業を行うこともできるが，ＳＣＡＮの方が処理が速いので後のことを考慮すると，このソフト上で原図をできるだけきれいにしておく方が操作性がよい。
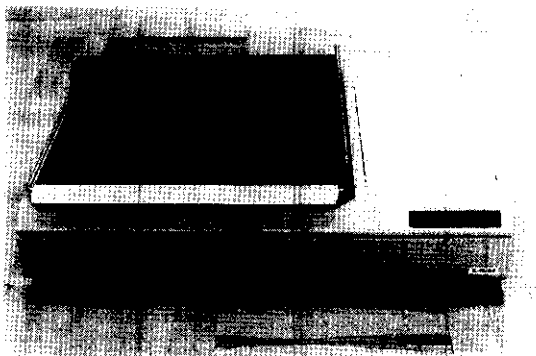
図4　A３スキャナー

図5　SCANに読み込んだ原稿

3．2．4　輪郭抽出

この場合の輪郭線は，ＣＡＤで文字の中心線を引く時に必要となる線なので操作は連続抽出で行う。この機能は，スキャナーより読み込まれた図形を全て全自動で輪郭抽出する機能で，複雑な図形や，図形の数の多いものを処理するのに有効である。要素の端点が赤丸，直線が緑，曲線が赤で表示される。
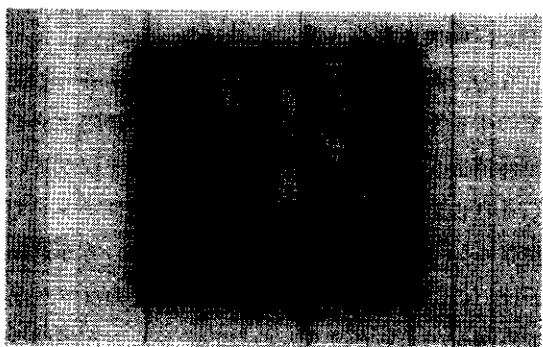
図6　連続抽出された文字

図６の画面ではラスターとベクトルが同時に存在するので，表示のコマンドを選択しベクトルＯＮ，ラスターＯＦＦにするとベクトルの端点構成が図７のようになる。
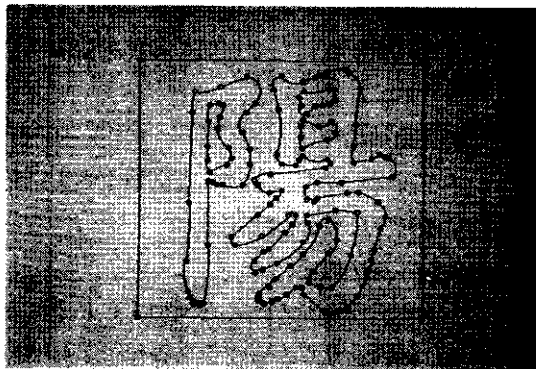
図7　端点とベクトルで構成された文字

次に，端点をＯＦＦにするとベクトルの流れが図８のように明確になる。ＣＡＤには，このデータが出力される。
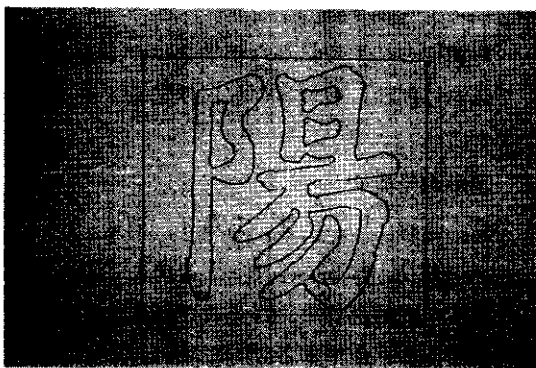
図8　ベクトルで構成された文字

３．３　ＣＡＤ

3．3．1　文字中央線の作図

ベクトルをＫＳファイルに書き出した後，ＳＣＡＮを終了しＣＡＤを立ち上げＫＳファイルを読み込む。

SCANで読み込まれた原稿はCAD上で回転移動を行いＸＹ座標に正確に配置する必要がある。そこで，原稿に水平線か垂直線をあらかじめ引いて

おき基準線として利用するとＣＡＤでの操作がしやすい。

次に，読み込まれた文字の輪郭線を見ながら，文字中央に直線と円弧で刃物の軌跡を描画するが，この場合の要素は，文字の幅の変化する箇所を細かく区切っていく。

なお，未切削で要素の連続しない部分は，一応直線で連続さしてＧ01にしておく。また，切削部分との区別がつくようにＣＡＤ上で色を変え，５軸ソフト上でＧ00指令に変換する。
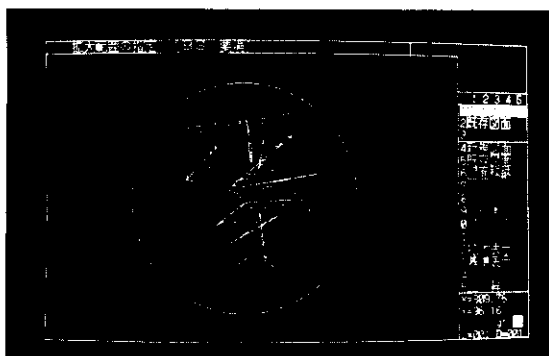
図９　文字中央線の作図

３．３．２　ＮＣデータ

この作業での抽出は，ＸＹ平面上の直線，円弧補間であって，Ｚの値は入力されない。図９で作図した図形を手動抽出で第一要素を指定し，終了要素をヒットすると，各要素の色を変えながら自動追跡する。その後，抽出した順番に矢印が表示されＮＣプログラムが作成される。

もし，図形の要素が接続されていない場合には追跡が中止されるので，図面を拡大して端点をつなぎ直す。

以下のプログラムは，ＣＡＤで描いた文字図形を抽出した後，ＮＣパラメータを設定してできたものである。プログラム最後のブロック原点復帰指令G28Ｘ０Ｙ０Ｚ０Ａ０Ｂ０のＡ０Ｂ０は，機械の自動工具交換の必要条件である。

```
O0502(MOJI−YOU)
M06T6
M03S15000
G91G00X0Y0
Z−450.
G00X−10.228Y−11.241
G02X0.190Y23.411I696.575J6.066
G03X5.023Y0.853I−7.414J58.881
G02X−1.422Y−3.602I−13.822J3.375
G03X1.517Y−4.360I17.624J3.686
G02X−0.948Y−2.085I−1.864J−0.411
X−4.335Y0.335I−1.449J9.47
G01X10.306Y10.755
G02X1.043Y−8.341I−16.539J−6.303

　　省略

G01X8.530Y4.739
G02X−0.095Y−1.706I−6.871J−0.474
X−7.393Y−6.824I−17.792J11.858
G91G28Z0
G28X0Y0A0B0M05
M30
```

３．４　５軸ソフト

３．４．１　Ｚ値のマニュアル入力

５軸ソフトにCADで作成したデータを入力し，各要素の接続点での文字の幅を計測しそれに見合う刃物の深さＺ値を表１から入力した。なお，60°の角度をもつ刃物の深さと幅は１：1.1547になる。

抽出の際に，位置決めのブロックに関しては直線切削するデータとしていたので，G01をG00に変換し直す。また，その前後のブロックにはG01 Z＿＿．＿＿＿としてマニュアル入力し，前のブロックでは刃先を，ワーク座標原点であるＺの位置に戻してやる必要がある。そこで，G91のインクリメンタル指令の場合，各要素で上下するＺの

突っ込み量を計算しなければならないが，Z挿入のプログラムは以下の通りである。

表1　Zの突っ込み深さと切込み幅

深さ(mm)	幅(mm)	深さ(mm)	幅(mm)
0.1	0.12	3.1	3.58
0.2	0.23	3.2	3.70
0.3	0.35	3.3	3.81
0.4	0.46	3.4	3.93
0.5	0.58	3.5	4.04
0.6	0.69	3.6	4.16
0.7	0.81	3.7	4.27
0.8	0.92	3.8	4.39
0.9	1.04	3.9	4.50
1.0	1.15	4.0	4.62
1.1	1.27	4.1	4.73
1.2	1.39	4.2	4.85
1.3	1.50	4.3	4.97
1.4	1.62	4.4	5.08
1.5	1.73	4.5	5.20
1.6	1.85	4.6	5.31
1.7	1.96	4.7	5.43
1.8	2.08	4.8	5.54
1.9	2.19	4.9	5.66
2.0	2.31	5.0	5.77
2.1	2.42	5.1	5.89
2.2	2.54	5.2	6.00
2.3	2.66	5.3	6.12
2.4	2.77	5.4	6.24
2.5	2.89	5.5	6.35
2.6	3.00	5.6	6.47
2.7	3.12	5.7	6.58
2.8	3.23	5.8	6.70
2.9	3.35	5.9	6.81
3.0	3.46	6.0	6.93

```
O0502(MOJI-YOU)
M06T6
M03S15000
G91G00X0Y0
Z-450.
G00X-10.228Y-11.241
G01Z-13.46F2000
G02X0.190Y23.411I696.575J6.066Z0.8
G03X5.023Y0.853I-7.414J58.881Z-0.5
G02X-1.422Y-3.602I-13.822J3.375
G03X1.517Y-4.360I17.624J3.686Z1.2
G02X-0.948Y-2.085I-1.864J-0.411
X-4.335I-1.449J9.477Z0.8
G01Z11.16
G00X10.306Y10.755
G01Z-12.6
G02X1.043Y-341I-16.539J-6.303Z-0.2

　　省略

G01Z10.5
G00X8.530Y4.739
G01Z-12.5
G02X-0.095Y-1.706I-6.871J-0.474Z-0.8
X-7.393Y-6.824I-17.792J11.858Z1.8
G01Z11.5
G91G28Z0
G28X0Y0A0B0M05
M30
```

3.4.2　刃物軌跡の描画
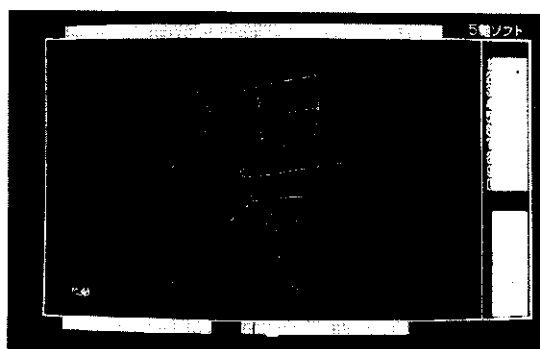
図10　XY正面
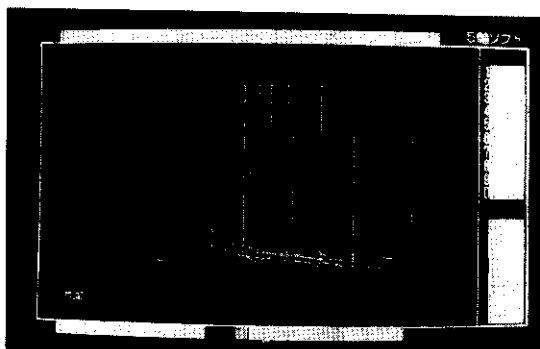
図11　ZX平面
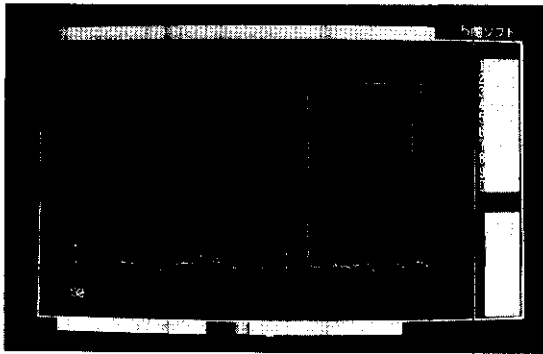
図12　ＹＺ平面
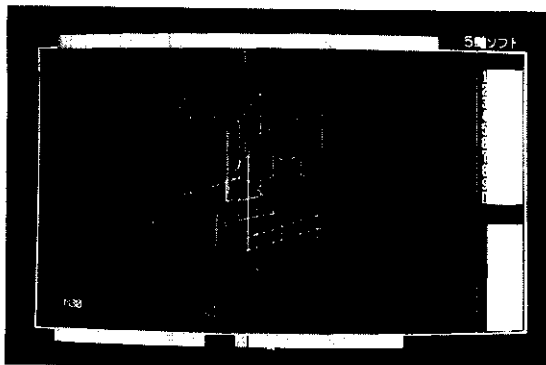
図13　３Ｄ平面

３．５　原点合わせ

５軸ソフトで作成したプログラムで刃物軌跡を確認したら，ＩＣカードであるコアラレディーにRS232C端子を介して出力する。

機械本体を立ち上げRS232C端子からプログラムを読み込む。XYZAB を原点復帰させ，ジョイステックを利用してワーク座標原点の位置を調べ作成したプログラムとの原点合わせを行う。

```
O0502(MOJI－YOU)
M06T6
M03S15000
G91G00X953.1Y－1767.29
Z－516.1
G00X－10.228Y－11.241
G01Z－13.46F20
　　　省略
G01Z11.5
G91G28Z0
G28X0Y0A0B0M05
M30
```

３．６　試作文字
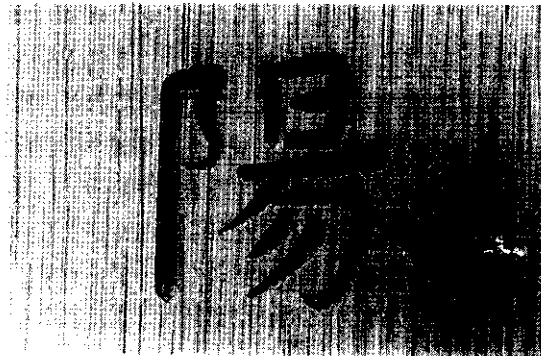
図14　楷書体
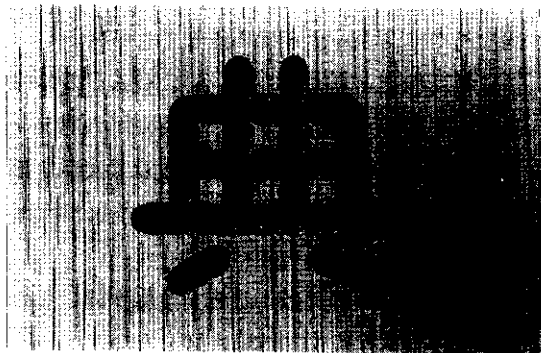
図15　丸ゴシック体

図16　英文筆記体

4．結果および考察

(1) 楷書文字作成のなかで時間のかかるのは微細に変化する文字中心線のＸＹ平面での動きとＺ値のマニュアル入力である。原稿から線の幅が変化する点を見いだしてこの幅を計測し，刃物の深さによる線幅を割り出す作業である。

この場合，刃物軌跡のシミュレーションはあくまでも中心軸を設定したものであり線幅の確認は，試作以外には不可能である。またＮＣルータで数文字の並んだ表札文字加工等を行う際には，文字のバランス（縦書きと横書きでは位置関係が異なる）を確かめる必要がある。文字の中央を抽出原点として配列しても楷書文字の場合，全体の流れは不自然になるのでそれぞれの文字を上下左右に微妙に移動させなければならない。

(2) 丸ゴシック体のスキャナー入力は文字が直線的なので，スキャナーはあくまでもＣＡＤにおける補助線ととらえた方がいい。ＣＡＤでの作業は，平行線，垂線を多用し左右上下のバランスに時間を要する。最初からＣＡＤで文字を描いていくのと比較すると原稿の寸法を計測する必要がないので時間短縮になる。

また，楷書体と比較すると文字幅が同じなのでプログラム作成には時間を要しない。

(3) 英文筆記体である Palace Script 等は，文字のほとんどが優雅な曲線を主体に構成されているので，ＸＹ工面での円弧補間にはスキャナーは便利である。ただ，印字筆記体であるので文字間をつなぐ作業をＣＡＤ上で行ったりしなければならないが，線幅の変化が少ないのでＺ値のマニュアル入力が数種類ですみ，漢字と比較するとはるかに短時間の作業でプログラムが作成できる。

(4) スキャナー入力は，読み込まれた図形を忠実に直線，円弧の近似図形に変換するので，精度は原画の質に大きく依存する。しかし，入力の際のモード変更(BW, HF)・濃度変更(Hi, Md, Lo)・密度(200, 400dpi)，輪郭抽出の際の抽出タイプ(最適抽出，高速抽出)・最大半径(50—0cm)・許容誤差(9—1dot) 等の条件を変えることで原稿の画質に合った抽出ができる。しかし，読み取り精度があまりに高いので輪郭抽出を連続抽出で行うと，筆文字にできる墨のにじみやかすれなどをそのまま再現する。そうすると，抽出要素が増加するのでＣＡＤ上での操作に時間を要する。今回のような加工には，文字作成の輪郭線として必要でプログラム作成には関係ないので，パラメーターの読み取り精度を低く設定する。

(5) 直線や円弧情報を手動で入力するデジタイザー入力は，手ぶれの影響で精度がでなくＣＡＤでの修正に時間がかかると言われている。スキャナーの場合コピー機械と同様にガラス面に原稿を密着して読み取る方法でＣＲＴ上にとりこまれ1/8, 1/4, 1/2, 1/1, ２，４，８倍の拡大縮小が可能なので輪郭データを忠実に再現しやすく操作が簡単である。

ただし，スキャナーは原寸入力方式のため拡大縮小された図形が必要な時は，ＣＡＤでの操作が必要になる。

(6) 使用したスキャナーは，Ａ３サイズであるがこれ以上のサイズの原図でもＣＡＤに取り込める。まずスキャナー入力時に，原図をＡ３サイズより小さい区画で区切り，各セクション毎にデータを取り込みＣＡＤと互換性のあるＫＳファイルにデータを書き出し保存する。ＣＡＤを立ち上げた後，同一画面に原図と同じ配置になるようにそれぞれのＫＳファイルを読み込み，区切られた基準線同志を元のようにつなぐ方法である。この場合の基準線はスキャナー画面上で直線による手動抽出を行うほうが良い。鉛筆等の筆記用具で描かれた線は，線幅が広すぎた

りかすれがあり，基準線として不適当で原図の再現がしにくいためである。

(7) データ流れはスキャナーからＣＡＤへの一方向であるがお互いのソフトには同一機能がある。枠内消去の項目を取り上げると，この機能ははるかにスキャナーの方が処理スピードが速いので，ラスターをベクトルに変換する時には原図の汚れはできるだけスキャナーの画面上で取り除いていた方が時間を短縮できる。

５．おわりに

以上のことをもとにして文字加工におけるスキャナーの有効性を業者に提示し指導した。

今回は，３文字を取り上げたが，複雑な曲線や直線で構成される図柄に関しても同様の手順で応用が可能である。

ただ，ＮＣ工作機械を使用するとその正確さのために製品に冷たさが強調されがちである。手加工の温もりを表現したいときには，同様の文字加工で現在多方面に使用されているサンドブラスト技法がよい。この加工はエアー圧と時間の調整による彫り込みが可能であるが，深さを一定にできないことがかえって自然な印象を与えるからである。

今後は，ミクロン単位の加工精度をもつＮＣルータが木工芸品製造のどの技術にどの程度有効か，導入システムの長所と欠点はなにかということなどを念頭におきながら木竹製品の試作を行っていきたい。

参　考　文　献

1) 基本レタリング字典，グラフィック社(1971)

2) Letraset, Letraset UK Limited,(1981)

3) ＫＳ-98　取扱説明書，倉敷紡績株式会社電子機器開発部